

Avaliação do estudo avifaunístico de Relatórios Ambientais Simplificados para licenciamento de Parques Eólicos no Estado do Rio Grande do Sul

Iohranna Helena Müller

Trabalho apresentado à
disciplina BIO7016 –
Trabalho de Conclusão de
Curso (TCC), como requisito
para conclusão do Curso de
Graduação em Bacharelado
em Ciências Biológicas.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Bianca Pinto Vieira

Florianópolis, 14 de novembro de 2017

Müller, Iohranna Helena

Avaliação do estudo avifaunístico de Relatórios Ambientais Simplificados para licenciamento de Parques Eólicos no Estado do Rio Grande do Sul [TCC]. Iohranna Helena Müller; Orientadora, Bianca Pinto Vieira; - Florianópolis, SC, 2017.

34 p. ; 21cm

Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Curso de Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Zoologia. 2. Rio Grande do Sul. 3. Avaliação de Impacto Ambiental 4. Ornitologia . I. Vieira, Bianca Pinto. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Ciências Biológicas. III. Avaliação do estudo avifaunístico de Relatórios Ambientais Simplificados para licenciamento de Parques Eólicos no Estado do Rio Grande do Sul.

Iohranna Helena Müller

**Avaliação do estudo avifaunístico de Relatórios Ambientais
Simplificados para licenciamento de Parques Eólicos no estado do
Rio Grande do Sul**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciências Biológicas”, e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas.

Florianópolis, 14 de novembro de 2017.

Prof. Dr. Carlos Roberto Zanetti
Coordenador do Curso de Ciências Biológicas

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Bianca Pinto Vieira
Presidente

Dr. José Salatiel Rodrigues Pires
Examinador

Prof. Dr. Eduardo Juan Soriano-Sierra
Examinador

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento vai para minha mãe, Margit Müller, por ter sempre apoiado minhas escolhas e sempre ter acreditado em mim.

À Carolina Poluceno, que foi a melhor dupla que eu poderia ter escolhido para passar esses 5 anos de graduação.

À todos os demais amigos e colegas de curso, que contribuíram no meu crescimento pessoal ou profissional.

Um agradecimento especial à Simbiosis, que me forneceu vivências únicas.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado em toda, ou parte da graduação.

À Universidade Federal de Santa Catarina e à todos meus professores que auxiliaram na formação do meu pensamento sobre Ciências Biológicas e ensino, principalmente Alexandre Paulo Teixeira Moreira, Ana Paula Marzagão Casadei, Carlos Roberto Zanetti, Daniel Barcellos Falkenberg, Edmundo Carlos de Moraes, Eduardo Juan Soriano-Sierra, Giordano Wosgrau Calloni, João de Deus Medeiros, José Salatiel Rodrigues Pires, Luciane Perazzolo, Malva Isabel Medina Hernández, Márcio Ferreira Dutra, Maria Alice Neves, Meire Mezzomo, Natália Hanazaki, Neide Martins Arrias, Patrícia Hadler Rodrigues, Paulo César Simões-Lopes, Paulo Roberto Petersen Hofmann, Paulo Antunes Horta Junior, Pedro Fiaschi e Rafael Trevisan.

À Ambiens, que me proporcionou grande experiência e promoveu meu crescimento pessoal e profissional, principalmente à Patrícia Cardoso Monteiro, André Hahn Monteiro Lufchitz e Fernando Taufik Name.

Ao Eduardo Hettwer Giehl, pela ajuda e disponibilidade de tirar minhas dúvidas quando eu precisei.

Ao Carlos André Zucco, pela atenção e disponibilização de material para a realização do meu trabalho.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite e terem contribuído na melhora do meu trabalho.

E à minha orientadora Bianca Pinto Vieira, pela qual possuo grande admiração, agradeço pelo apoio e pela ajuda na construção de ideias e visões que possuo hoje.

RESUMO

A energia eólica tem crescido nos últimos anos como alternativa por ser considerada uma energia limpa. Contudo, a mesma causa impactos ambientais, afetando negativamente alguns grupos animais, como a avifauna. O Brasil possui grande potencial eólico e, em Estados como o Rio Grande do Sul, tem havido um crescimento desse tipo de energia. O Rio Grande do Sul possui também áreas importantes de rota e de concentração de aves migratórias. Desta forma, o presente trabalho avaliou os estudos de avifauna de cinco Relatórios Ambientais Simplificados de usinas eólicas instaladas no Rio Grande do Sul. Este estudo verificou a qualidade dos relatórios utilizando uma avaliação de Processo de Hierarquia Analítica. Os resultados identificaram alguns problemas estruturais a serem ressaltados, como: (i) ausência de objetivo nos estudos; (ii) metodologias inadequadas; (iii) ausência de análise de dados; e (iv) citações não referenciadas. O presente trabalho buscou contribuir para uma aprimoração de estudos de avifauna para o licenciamento de usinas eólicas, mostrando problemas e possíveis soluções para que haja uma reflexão sobre as metodologias aplicadas. Há uma necessidade de aprimoramento dos estudos para que se possa prever e mitigar, de uma forma mais adequada os impactos das usinas eólicas sobre a avifauna. Estudos adequadamente realizados facilitam o processo decisório de licenciamento.

Palavras-chave: avaliação de impacto ambiental, licenciamento ambiental, avifauna, colisão, aerogerador, energia eólica.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	7
3.2 MÉTODO.....	10
3.3 ANÁLISE	13
4. RESULTADOS	16
4.1.Coesão Estrutural.....	16
4.2 Fontes Utilizadas	19
5. DISCUSSÃO.....	21
6. CONCLUSÃO	26
7. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos renováveis tem tido um grande crescimento nos últimos anos devido à necessidade de geração de energia limpa com menos efeitos poluidores (Panwar *et al.* 2011). Assim, a energia eólica, tida como limpa, tem crescido como opção no mercado energético na última década (Kaldellis & Zafirakis 2011). Porém, esta também causa impactos ambientais diversos e em diferentes escalas (Dai *et al.* 2015), tais como perturbação do sistema biológico, ruídos, poluição visual e interferências eletromagnéticas (Lima *et al.* 2013).

O impacto de estruturas para obtenção de energia eólica sobre a avifauna silvestre depende de fatores específicos, como o desenho das turbinas e disposição das mesmas, das espécies de aves presentes no local e de fatores climáticos locais (Dai *et al.* 2015). Os distúrbios causados podem ser irrelevantes para algumas espécies de aves enquanto que para outras pode ser significativo (Langston & Pullan 2004).

Já foi observado que uma maior taxa de mortalidade de aves ocorre conforme presença de turbinas eólicas em áreas de altas montanhas, encostas contra o vento ou quando dentro da rota de migração das espécies (Langston & Pullan 2003, Garvin *et al.* 2011), assim como dentro de áreas importantes para a alimentação, descanso e reprodução das mesmas (Travassos *et al.* 2005). Estudos também consideram o comportamento das aves conforme diferentes horários

para medir o impacto causado por colisões relacionadas à visibilidade (Langston & Pullan 2003, Drewitt & Langston 2006).

Colisões com aerogeradores em ambientes de migração ou deslocamento diário ocorrem por conta de os mesmos estarem dispostos em lugares que aproveitam a energia vinda da mesma corrente de ar que as aves utilizam para migração (Barrios & Rodríguez 2004, Nourani & Yamaguchi 2017). Aves terrestres mais pesadas e com asas mais largas são mais dependentes dessas correntes de ar do que aves menores (Spaar 1997). As aves mais pesadas usam correntes de ar crescentes, ganhando altura para posteriormente planarem para outra corrente e assim mantêm seu voo com o mínimo de energia possível (Newton 2008). Os grupos que tendem a aproveitar tais correntes de ar são as aves de rapina (Accipitridae, Pandionidae, Falconidae e Cathartidae), cegonhas (Ciconiidae), pelicanos (Pelecanidae), anhingas (Anhingidae) e, até certo ponto, grou (Gruidae), garças (Ardeidae) e algumas espécies de Meropidae (Cone 1968).

As colisões também têm relação com a idade da ave, assim como o comportamento de caça, voos de corte e sinalização de defesa territorial (Langston & Pullan 2003). O estudo de Morinha *et al.* (2014), por exemplo, verificou a mudança na trajetória de voo durante a reprodução e o aumento da taxa de mortalidade de machos de *Alauda arvensis* (Linnaeus 1758) em Portugal. Um monitoramento em um parque eólico realizado por Campedelli *et al.* (2014) na Itália, comparando com dados colhidos anteriormente à instalação do mesmo, concluiu que houve uma diminuição na observação de

rapinantes, bem como mudança de uso de *habitat* e comportamento. Aves que voam em bandos também apresentam riscos maiores de colidirem com as turbinas (Larsen & Clausen 2002). Outro fator suscetível das espécies está associado as diferenças da visão, afetando mais os rapinantes que têm visão do tipo binocular, cujo ponto cego é maior do que em espécies com visão lateral (Bevanger 1998).

Segundo Atienza *et al.* (2012) e Drewitt & Langston (2008), quanto mais próximas as usinas forem das áreas de alimentação, migração, nidificação e repouso das aves, maiores serão as chances destas colidirem com as turbinas eólicas. O risco de colisão com as turbinas varia de acordo com características morfológicas e do comportamento de voo (Alerstam 1990, Bevanger 1994), além dos movimentos sazonais e as condições meteorológicas, podendo ser um fator crítico em pequenas populações isoladas (Stifetten & Dale 2006).

Foi estimado por Amarante *et al.* (2001) em 2001 o potencial eólico brasileiro e o resultado foi da ordem de 143 GW (Gigawatts) por ano com ventos de velocidade superior a 7 m/s a 50 metros de altura. O maior potencial foi de 75,05 GW para o nordeste, seguido da região sudoeste com 29,74 e Sul, com 22,76 GW (Amarante *et al.* 2001). Atualmente, o Brasil apresenta 12 GW de potência instalada, e conta com 480 usinas eólicas, sendo 81 no Rio Grande do Sul (ANEEL 2017). A Figura 1 mostra a média anual da velocidade em m/s das regiões brasileiras.



Figura 1: Mapa do potencial eólico brasileiro. Fonte: Amarante *et al.* (2001)

O Rio Grande do Sul é coberto pelos biomas de Mata Atlântica e Pampa (IBGE 2004), sendo este último restrito ao Estado e com grande biodiversidade própria (Oliveira 2002). O Pampa abriga áreas alagadas, banhados e matas ciliares, que servem de refúgio para a fauna (Bortoluzzi & Souza 2007). É área de rota e concentração de aves migratórias como a região de banhados e cordões litorâneos dos

Banhado do Maçarico e Laguna dos Patos (Serafini *et al.* 2014). Nestas áreas, ocorrem espécies migratórias e ameaçadas como *Sporophila palustris* (Barrows, 1883) e *Calidris subruficollis* (Vieillot, 1819) (Serafini *et al.* 2014). No banhado do São Donato, ocorre a reprodução de espécies como *Sporophila palustris*, *Sporophila cinnamomea* (Lafresnaye, 1839) e de *Rostrhamus sociabilis* (Vieillot, 1817) (Bencke *et al.* 2006, Serafini *et al.* 2014). Os campos da região de Bagé são áreas reprodutivas de *Sporophila cinnamomea*, que é uma espécie migratória e quase ameaçada (Serafini *et al.* 2014). E a região Nordeste do Estado é área de reprodução de *Sporophila beltoni* Repenning & Fontana, 2013 (Repenning & Fontana 2013).

A instalação de Parques Eólicos no Rio Grande do Sul teve início no ano 2006 e em 2017, 11 empreendimentos eólicos entraram em operação, sendo dez no município de Sant'Ana do Livramento (ANEEL 2017). Portanto, compreender como as aves ocupam e utilizam a área onde os empreendimentos serão instalados é importante para poder avaliar o risco de colisão das espécies (Serafini *et al.* 2014) No entanto, já foi relatado que estudos sobre os parques eólicos têm ignorado abordagens que verifiquem tais aspectos, especialmente no caso de espécies comuns, havendo uma limitação significativa na avaliação dos reais impactos causados sobre as populações de aves (Masden *et al.* 2010).

No Brasil, anteriormente ao ano de 2014, todos os empreendimentos eólicos eram considerados de baixo impacto, segundo o Art. 1, inciso IV da Resolução CONAMA 279 de 27 de junho de 2001, e poderiam ser licenciados através de Relatórios Ambientais

Simplificados. Porém, sua proposta é ampla quanto a elaboração do Termo de Referência para realização de estudos ambientais, trazendo apenas um parágrafo de seis linhas como proposta de conteúdo mínimo para todo o diagnóstico ambiental, no qual pede a descrição dos impactos e métodos e técnicas para sua identificação, quantificação e interpretação (Resolução CONAMA 279/2001).

Desta forma, o presente trabalho avaliou estudos de avifauna em Relatórios Ambientais Simplificados (RAS) realizados entre os anos de 2008 a 2012 referentes a cinco usinas eólicas já instaladas no Estado do Rio Grande do Sul.

2. OBJETIVOS

Avaliar se os estudos de avifauna vinculados a Relatórios Ambientais Simplificados realizados entre 2008 e 2012 referentes as usinas eólicas implantadas no Rio Grande do Sul possuem estrutura adequada de apresentação sobre informações relativas aos impactos gerados na avifauna da região.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a coesão estrutural entre as partes (introdução, objetivo, método, resultado e discussão) dos estudos;
- Avaliar as fontes utilizadas quanto a origem (artigo, livro, literatura cinza, etc) para fundamentação teórica dos estudos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Rio Grande do Sul (Figura 2) encontra-se na região Sul do Brasil (27°S e 53°O), e segundo Köppen possui clima temperado e chuvoso (Kuinchtner & Buriol 2001). Os RAS avaliados no presente estudo foram realizados em três municípios pertencentes ao Estado do Rio Grande do Sul: Santa Vitória do Palmar, Chuí e Sant'Ana do Livramento (Figura 2).

Santa Vitória do Palmar e Chuí: Municípios localizados no extremo sul do Estado, estando Santa Vitória do Palmar sob as coordenadas 33° 31' 08"S e 53° 22' 05"O, e Chuí 53° 27' 24"O e 33° 41' 28"S, são consideradas áreas de planície costeira compreendendo terrenos com influência tanto fluvial, quanto marinha (Boldrini 1997). A vegetação é composta por formações pioneiras arbustivo-herbáceas, ocorrentes em ambiente lagunar, destacando-se a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim (Boldrini 1997). Encontram-se também banhados, como o Banhado da Lagoa Mirim, Lagoa Mangueira e Banhado do Taim (Becker *et al.* 2006). O uso da terra é caracterizado como antrópico rural segundo Hasenack *et al.* (2007). Santa Vitória do Palmar possui apenas 23,71% de cobertura vegetal nativa, sendo a maior parte de sua extensão coberta por vegetação campestre, enquanto o Chuí possui 20,15% de vegetação nativa também campestre (Hasenack *et al.* 2007).

Sant'Ana do Livramento: Localizada na região sudoeste do Estado, fazendo limite com território Uruguiaio, sob as coordenadas 55° 31' 58"O e 30° 53' 27"S. Possui vegetação de campo que pode conter uma vegetação mais lenhosa com arbustos e árvores mais espaçadas ou matas ciliares (Leite & Klein 1990, Rizzini 1997). Sant'ana do Livramento possui ainda 82,33% de cobertura vegetal nativa, sendo a maior parte campestre, mas também composta por ambiente florestal (Hasenack *et al.* 2007).

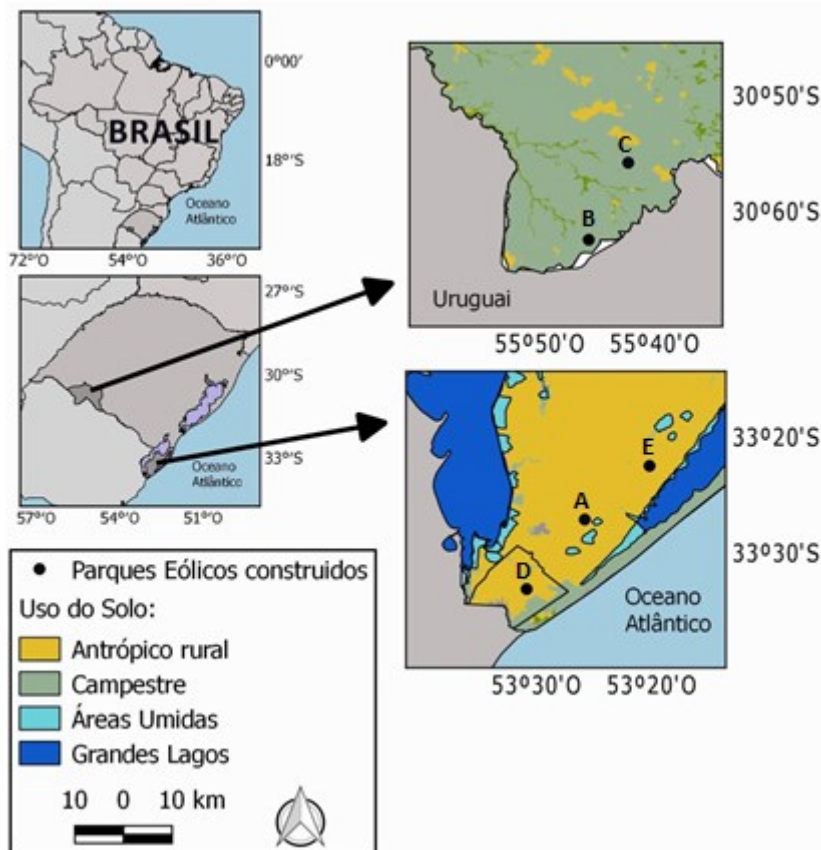


Figura 2: Localização das usinas eólicas analisadas no presente estudo instaladas no Rio Grande do Sul, sul do Brasil. B e C localizadas em Sant'Ana do Livramento, A e E em Santa Vitória do Palmar e D Chuí. Autoria: I.H.Müller 2017.

3.2 MÉTODO

Foram analisados cinco Relatórios Ambientais Simplificados (RAS) realizados entre 2008 e 2012, disponibilizados pela Eletrosul – Centrais Elétricas S.A em março de 2017. Foram analisados RAS realizados entre esses anos pois foi o período de início de instalação de parques eólicos no Rio Grande do Sul e mudança da legislação para o licenciamento dos mesmos. Os RAS foram renomeados como RAS A, RAS B, RAS C, RAS D e RAS E para evitar a exposição das empresas de consultoria responsáveis pela realização dos mesmos.

Neste trabalho, os critérios utilizados para avaliar a Coesão Estrutural na introdução, metodologia, resultado e discussão dos RAS foram determinados através de Straube *et al.* (2010), cujo estudo esclarece aspectos a serem considerados sobre a avifauna, baseados nos critérios e procedimentos trazidos na Instrução Normativa 146 (IBAMA 2007) relativa à fauna no âmbito do licenciamento ambiental. Também foram considerados Ferraz (2012) para analisar as diretrizes para amostragem de fauna em licenciamento ambiental, WWT Consulting (2012) para avaliação de impactos relativos à usinas eólicas em aves e Prodanov & Freitas (2013) e Baram (1983) para avaliação estrutural da escrita dos Relatórios. Segue a descrição da avaliação dos critérios:

1- Introdução: Deverá conter a apresentação do contexto, objetivo e as hipóteses estabelecidas, como recomendado por Prodanov & Freitas (2013).

2- Metodologia: Deverá tratar da apresentação de informações para que o trabalho possa ser replicado e métodos com a capacidade de fornecer resultados para as hipóteses propostas (Prodanov & Freitas 2013). Considerando os métodos sugeridos por Straube *et al.* (2010), verificou-se a presença de informações relativas a:

- Levantamento primário:

- Levantamento qualitativo;

- Levantamento quantitativo;

- Amostras sazonais;

- Esforço amostral em horas;

- Dados de base (secundários);

- Riqueza;

- Abundância;

- Preferência ambiental ;

- Estabilização da curva do coletor;

- Utilização da área para reprodução;

- Utilização da área para descanso;

- Mapas georreferenciados da área de estudo e pontos amostrados;

- Indicação da fitofisionomia da área;

E conforme Ferraz (2012) se houve:

- Análise estatística, podendo esta ser descritiva, correlação, regressão, variância ou modelos de distribuição.

3- Resultados: Considerando as metodologias apresentadas em cada RAS, os resultados foram avaliados sob a perspectiva de responder

aos objetivos propostos (Baram 1983). Devendo-se então avaliar o impacto do empreendimento na avifauna. Para isso deve-se considerar, segundo Straube *et al.* (2010):

- Relatos de espécies endêmicas;
- Relatos de espécies ameaçadas de extinção em nível global, nacional e estadual;
- Relatos de aves migratórias;
- Relatos de espécies bioindicadoras de:
 - Preservação;
 - Guarda-chuva;
 - Poluentes;
- Utilização do espaço aéreo, conforme WWT Consulting (2012) considerando também:
 - Altura de voo;
 - Rotas de voo;
 - Densidade de aves com capacidade de colisão;
 - Interferência de condições sazonais, ambientais e climáticas.

4- Discussão: Conforme proposto por Prodanov & Freitas (2013), verificou-se se os resultados foram interpretados e discutidos e se houve referência com a introdução e objetivos propostos.

Para avaliação do embasamento teórico, considerou-se a quantidade de fontes utilizadas em cada parte dos estudos (introdução, metodologia, resultados e discussão), referentes ao seu tipo: livro, artigo, site, sem citação e sem referência. A presença de referências

embasando um trabalho fornece uma maior confiabilidade ao mesmo, já que utiliza um conhecimento anterior, que passou por um processo de revisão de pares, para obter resultados pertinentes às perguntas que pretendem ser respondidas (Prodanov & Freitas 2013). Foram consideradas “sem citação” as afirmações escritas ao longo do texto com autor não citado e “sem referência” as citações que foram apresentadas ao longo do texto, mas não na lista final de referências utilizadas.

3.3 ANÁLISE

Todas as análises foram realizadas no programa de análises estatísticas R 3.4.1 (R Core Team 2017).

Para responder se houve coesão estrutural entre os estudos, utilizou-se o Processo de Hierarquia Analítica (PHA, em inglês, AHP), o qual trata de múltiplos critérios utilizados para tomada de decisão (Ramanathan 2001). A organização hierárquica do objetivo (coesão estrutural), critérios (introdução, metodologia, resultados e discussão) e alternativas (RAS A, RAS B, RAS C, RAS D e RAS E) está ilustrada na Figura 3.

Os RAS foram comparados com uma Medida Controle (MC). A MC é uma correção matemática para evitar que as comparações entre os estudos da matriz AHP resultem em erro Tipo I. A MC atende à todos os critérios considerados pertinentes listados na sessão anterior do presente trabalho com máximo score de 9, seguindo a escala AHP (Tabela 1). Neste estudo, o AHP foi operacionalizado através do pacote

Analytic Hierarchy Process 0.2.11 (Glur 2017). Compararam-se os estudos e a MC par a par, atribuindo valores aos mesmos de acordo com a eficiência em cada critério avaliado, utilizando a escala AHP (Tabela 1). Desta forma, obteve-se o resultado de prioridade de cada estudo. Esta “prioridade” significa o quanto (em porcentagem) um estudo teve melhor desempenho em atender aos critérios estabelecidos quando comparado aos outros.

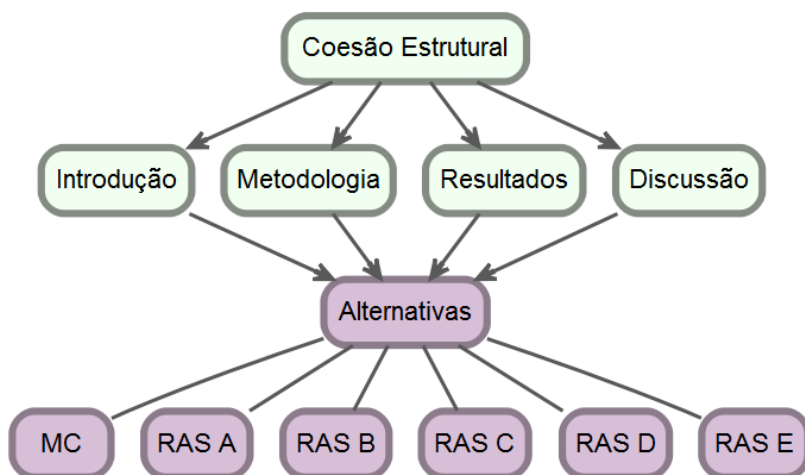


Figura 3: Hierarquia de tomada de decisão baseada num objetivo considerando a coesão estrutural entre as partes de introdução, metodologia, resultados e discussão da Medida Controle (MC) e RAS A, RAS B, RAS C, RAS D e RAS E. Autoria: I.H.Müller 2017.

Tabela 1: Escala de valores atribuídos aos critérios e alternativas conforme seu grau de importância.

Escala semântica usada no Processo de Hierarquia Analítica		
Intensidade de importância	Definição	Descrição
1	Igual importância	Os dois elementos de Ai e Aj são igualmente importantes
3	Fraca importância	Elementos de Ai são levementes mais importantes sobre Aj
5	Forte importância	Quando elementos de Ai são mais importantes sobre os de Aj
7	Demonstrada importância	Quando elementos de Ai são muito mais importantes do que os de Aj
9	Absoluta importância	Quando os elementos de Ai são integralmente mais importantes que os de Aj
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: Adaptado de Saaty, 1990.

Utilizando a escala AHP, foram atribuídos valores distintos aos critérios avaliados, tendo a metodologia o maior valor entre os quatro critérios avaliados (Tabela 2).

Tabela 2: Pesos atribuídos aos critérios. A coesão estrutural representa a soma de todos os critérios.

Crítérios	Peso (%)
Introdução	5,2
Metodologia	52,4
Resultados	21,2
Discussão	21,2
Coesão Estrutural (total)	100

Para responder se houve embasamento teórico entre os estudos analisados, foi somada a quantidade de referências de cada tipo utilizada. Posteriormente, calculou-se a mediana do número de referências de cada tipo dos estudos para obter o valor mais próximo do comum, atribuindo-a como resposta esperada na comparação entre os mesmos. Foi feito então um teste de χ^2 (qui-quadrado) com gráfico de percentagem para verificar se houve relação entre o tipo de referências utilizada.

4. RESULTADOS

4.1. Coesão Estrutural

Comparando os RAS entre si e com a Medida Controle (MC), constatou-se que o RAS E foi o que melhor contemplou os critérios estabelecidos, enquanto o RAS C foi considerado a pior opção entre os

cinco. Ainda que o RAS E tenha sido o que mais se aproximou da MC, o mesmo teve 15,5% de prioridade relativo à coesão estrutural, enquanto a MC obteve o valor de 52,7%. (Tabela 3).

Dos cinco estudos, apenas o RAS E trouxe uma introdução que contextualizasse o trabalho com um objetivo claro e destacado do texto. O RAS B sequer possuía introdução no estudo. Quanto a metodologia, todos fizeram levantamento qualitativo, sendo que os RAS A, D e E fizeram pontos de escuta e transectos e os RAS B e C fizeram apenas transectos. Nenhum dos estudos realizou amostragem sazonal, sendo que o período de amostragem, quando fornecido, não ultrapassou 80h. Em dois estudos, o tempo de amostragem foi apresentado em dias, totalizando 10 dias. Porém, não houve especificação das horas trabalhadas por dia. Todos os estudos forneceram os pontos ou transectos de amostragens georreferenciados, porém nem sempre com mapa indicando as fitofisionomias.

Nenhum estudo utilizou análises estatísticas ou modelagem de dados para analisar os resultados. O RAS A, D e E trouxeram dados de Índice Pontual de Abundância, onde os estudos B e C apenas relataram se a espécie foi vista com muita ou baixa frequência, mas sem quantificar ou identificar como essa frequência foi estimada. Apenas os RAS A, D e E levantaram dados em campo relacionados à altura e direção de voo das aves. Para os estudos A e D, apenas os voos em bandos foram registrados. Os estudos B e C utilizaram dados da literatura para avaliar o risco de colisão, como altura de voo. O número de espécies registradas em campo pelo RAS A e pelo RAS D.

foi de 105, sendo para o RAS A cinco em estado Vulnerável e duas Em perigo e para o RAS D quatro em estado Vulnerável e uma Em Perigo no Estado do Rio Grande do Sul. Foram indicadas duas em estado Vulnerável no Brasil, sendo para o RAS D quatro; e duas em estado Vulnerável mundialmente enquanto o RAS D registrou quatro Quase Ameaçadas. O RAS E localizado próximo aos dois RAS anteriormente comentados, teve 135 registros primários, sendo quatro em estado Vulnerável e uma Em Perigo para o Estado, três Vulneráveis e uma Em Perigo para o Brasil e duas Vulneráveis, uma Em Perigo e uma Quase Ameaçada mundialmente. O RAS B registrou 129 espécies, relatando 18 ameaçadas mas sem especificar o nível (estadual, nacional ou mundial) ou estado de conservação e o RAS C, localizado em área próxima relatou seis ameaçadas no Rio Grande do Sul, mas sem especificar o estado de conservação, cinco em estado Vulnerável nacionalmente e quatro Quase Ameaçadas mundialmente. Todos mencionaram a existência de aves migratórias na área, sendo o RAS E o que mais teve relatos, que foi de 32 espécies, enquanto o RAS A e o RAS D, mesmo localizados em área próxima, relataram cinco e sete respectivamente. O RAS B e o RAS C relataram 19 e 14 respectivamente. Apenas o estudo B relatou espécies endêmicas, sendo 11, todas endêmicas do Bioma Pampa. Nenhum dos RAS indicou espécies bioindicadoras na área.

Todos os estudos tiveram o mesmo valor no critério discussão por não discutirem efetivamente os resultados. Estes, foram representados em gráficos ou tabelas, mas sem uma análise que fosse capaz de avaliar o impacto da implantação da usina eólica.

Tabela 3: Percentagem de Coesão Estrutural dos estudos segundo o método de Processo de Hierarquia Analítica (Saaty 1990). A ordem de importância dos estudos está organizada em ordem crescente.

Crítérios	MC	RAS E	RAS D	RAS A	RAS B	RAS C	Peso (%)
Introdução	1,8	1,8	0,6	0,6	0,2	0,3	5,2
Metodologia	27,5	8,6	5,3	5,1	3,0	2,9	52,4
Resultados	9,8	3,6	3,0	1,8	1,8	1,2	21,2
Discussão	13,7	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	21,2
Coesão Estrutural	52,7	15,5	10,4	9,0	6,5	5,9	100

4.2 Fontes Utilizadas

O Resultado do Teste de χ^2 (Tabela 4) mostra que os RAS B e E diferem da mediana (que foi considerada o mais comum entre os estudos), já que ambos possuem valor de χ^2 mais alto do que os demais RAS com $P < 0,05$.

Tabela 4: Resultados do Teste de χ^2 das fontes utilizadas pelos Relatórios Ambientais Simplificados avaliados no presente estudo.

RAS	χ^2	Valor-p
A	6,070	0,1899
B	17,898	0,0025
C	3,368	0,5072
D	2,833	0,5992
E	16,075	0,0020

A Figura 4 indica o percentual de tipo de referência utilizado em cada estudo, sendo proporcional ao número de referências individuais de cada um. O RAS E utilizou mais referências provindas de artigos do que os demais estudos e o RAS B possuiu uma grande quantidade de informações sem citação do autor ao longo do estudo. Ambos os RAS (B e E) também utilizaram um maior número de citações que os demais RAS.

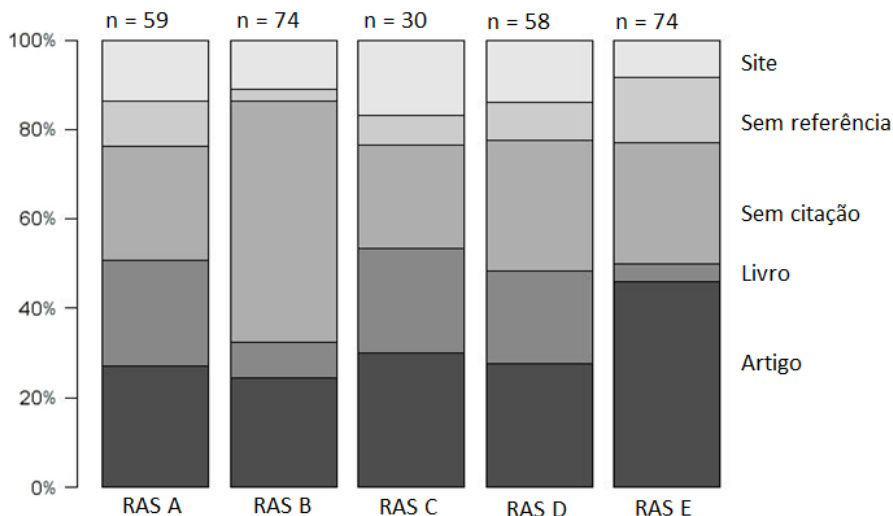


Figura 4: Percentual de tipos de referências utilizadas por cada Relatório Ambiental Simplificado.

5. DISCUSSÃO

Através da metodologia comparativa da escala do Processo de Hierarquia Analítica, o RAS E foi o que mais se aproximou da Medida Controle (MC). Porém, seu valor de prioridade para coesão estrutural foi muito abaixo da MC. Nenhum dos RAS apresentou uma metodologia por mais que tenham apresentado referências na introdução e discussão sobre os impactos que as mesmas causam na avifauna. Nenhum dos RAS fez amostragem sazonal e mesmo que só o RAS B tenha apresentado a curva do coletor (não estabilizada), pode-se inferir que os demais estudos também não chegariam a estabilidade, devido ao número baixo de dias/horas amostrados e

ausência de desenho amostral estratificado. Esta é uma deficiência já relatada inclusive em Estudos de Impacto Ambiental, assim como a ausência de mapas temáticos ou mapas incompletos e falta de indicação de espécies bioindicadoras (MPF 2004), aspectos que também foram percebidos nos estudos analisados neste trabalho.

Segundo (Fox *et al.* 2006), para avaliação dos impactos causados pelas usinas eólicas, deve-se avaliar, no mínimo, o volume, direção, altitude e natureza das aves, assim como prever o número de colisões sob uma variedade de condições sazonais, ambientais e climáticas. Contudo, nenhum destes aspectos foi verificado. Apenas os RAS A, D e E trouxeram dados de abundância, mas não os analisaram de forma estatística. Clarke (*et al.* 2003) recomenda a utilização técnicas de modelagem para prever o comportamento das populações e analisar covariáveis para explicar a abundância de aves, por exemplo. Segundo Tucker (1996), através da modelagem, pode-se prever estatisticamente o risco de colisão de aves dentro da área dos rotores da turbina através de dados de abundância coletados na área. Mas, os estudos analisados sequer analisaram parâmetros de riqueza e abundância das espécies ou qualquer índice de diversidade. Esta carência em análise de dados ecológicos também já foi observada por Scherer (2011).

Houve uma tentativa de avaliação de impactos medindo a altura (de forma visual) e direção de voo das aves (através de GPS manual observando a direção do voo das mesmas) nos RAS A, D e E. Porém os mesmos não apresentaram mapa de uso do espaço aéreo para que se possa entender como as aves se comportam naquele ambiente. Técnicas com radares poderiam ter sido usadas para rastrear a altitude

e as trajetórias de aves na proximidade de um lugar proposto antes da construção (Fox *et al.* 2006). Isso é importante para medir o volume de movimento de pássaros que ocorre através da área em diferentes altitudes sob um intervalo de condições anuais, sazonais e meteorológicas (Fox *et al.* 2006).

O uso de tipos de referência dos estudos através do teste de χ^2 mostrou que os RAS B e E são os que mais difererem da mediana. Provavelmente devido ao alto número de frases não referenciadas do RAS B comparado com o alto valor de citações de artigos científicos do RAS E. O RAS B teve mais da metade de todo o estudo não referenciado. Isto é preocupante já que não se sabe a origem das informações em tal estudo. Todos os RAS trouxeram referências que relatam sobre o impacto de usinas eólicas na avifauna. porém nenhum dos estudos utilizou técnicas relatadas na literatura para a sessão metodológica do estudo de avifauna.

Gartman *et al.* (2016a, b) trazem uma revisão bibliográfica de estudos na área considerando recomendações conforme o que já foi observado e o que foi investigado a respeito da minimização dos impactos de eólicas na vida selvagem. A mitigação sobre a organização das turbinas no solo, seu tamanho e velocidade de rotação devem ser determinados com base nas prioridades de conservação relacionadas às espécies mais prováveis de serem afetadas.

Lucas *et al.* (2012) realizou um estudo num gargalo migratório ao norte do estreito de Gilbratar em Tarifa na Espanha, e observou que as taxas de colisões de *Gyps fulvus* (Hablizl, 1783), uma espécie de

abutre, diminuíram mais de 50% com o desligamento de algumas turbinas durante meses específicos do ano. Os autores recomendam que as turbinas sejam desligadas por 2h antes do nascer do sol e 2h antes do pôr do sol, o que afeta muito pouco a produção de energia e reduz significativamente o impacto das eólicas nas aves (Lucas *et al.* 2012). As propostas de mitigação de impactos encontradas nos RAS avaliados neste trabalho não trouxeram medidas de mitigação quanto ao desligamento de turbinas em determinados períodos. Eles apenas consideraram a mudança na coloração da turbina, altura e organização das mesmas no solo, bem como velocidade das pás e monitoramento após a implementação do empreendimento. Inclusive, a proposta de monitoramento tem apenas um adicional de sazonalidade, porém o restante da metodologia permanece no mesmo formato que os estudos de avifauna foram realizados. Tal proposta possivelmente não traz resultados efetivos de avaliação uma vez que a metodologia é problemática já no RAS.

O desligamento de turbinas por demanda, busca reduzir o número de impacto de aves com aerogeradores (BirdLife 2015). Sua metodologia consiste no desligamento das turbinas em casos de passagem de espécies ameaçadas de extinção, grandes bandos, sazonalidade ou condições climáticas desfavoráveis (BirdLife 2015). Tomé *et al.* (2015) observaram que, através do desligamento de turbinas por radar, poupou-se a colisão de cerca de 750-1500 indivíduos que estavam em voo próximo às eólicas.

Muitas são as tecnologias envolvidas para a detecção de fatores desfavoráveis para a avifauna e mitigação de impactos. Entre os

métodos que podem ser utilizados pode-se citar o desligamento de turbinas por demanda, radares de sensibilidade térmica; sistemas de vigilância por câmeras instaladas nas turbinas, programação de turbinas para ligar e desligar em determinados horários; e monitoramento de espécies através de rastreadores ou por profissionais em campo (Gartman *et al.* 2016b).

Apesar do presente estudo ter focado em RAS, outras referências (ex. MPF 2004 e Scherer 2011) também encontraram falhas similares em diferentes modalidades de estudos para avaliação de impacto ambiental (AIA). Desta forma, indicando que a falta de coesão estrutural e capacidade metodológica em cobrir os objetivos de uma AIA é um problema generalizado. Com a Resolução CONAMA 462/2014, criou-se uma base de Termo de Referência específico para os Relatórios Ambientais Simplificados realizados para o licenciamento de usinas eólicas. E, através do Art. 3, §3, passou-se a exigir Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para empreendimentos localizados em áreas de formações dunares, planícies pluviais, mangues e demais áreas úmidas, assim como no bioma Mata Atlântica, zonas costeiras, áreas de rota, pouso, descanso, alimentação e reprodução de aves; além de ambientes com presença de espécies ameaçadas de extinção e áreas de endemismo restrito, conforme listas oficiais. No entanto, mesmo que seja esperada a maior qualidade dos EIA/RIMA, há exemplos de falhas cometidas pelos mesmos, sendo a identificação e caracterização dos impactos um deles (MPF 2004). Ainda assim, por mais que Relatórios Ambientais Simplificados tenham caráter mais simples que um Estudo de Impacto

Ambiental no quesito de itens exigidos para a elaboração do estudo, os mesmos deveriam ser capazes segundo o Art. 2º, inciso I de identificar os impactos, medidas de controle, mitigação e compensação (Resolução CONAMA 279/2001).

6. CONCLUSÃO

Através da leitura do componente avifauna dos Relatórios Ambientais Simplificados analisados neste trabalho, pode-se concluir que nenhum deles conseguiu levantar informações efetivas para uma avaliação de impacto das instalações eólicas nos ambientes estudados. Muitos estudos se resumiram apenas a uma descrição naturalista da área de estudo. Tiveram uso de frases não referenciadas, principalmente na metodologia, o que não caracteriza um bom embasamento teórico. Uma boa fundamentação teórica é importante para a obtenção de resultados que respondam o efetivo impacto das usinas eólicas na avifauna. Diversos fatores podem ter resultado na qualidade desses estudos, como ausência de conhecimentos ecológicos e estatísticos para avaliação real dos impactos ou termos de referências genéricos. Ainda podem afetar a qualidade dos estudos o pouco esforço empregado no levantamento de dados. Desta forma, o presente trabalho sugere que os futuros estudos sobre o impacto ambiental de empreendimentos na avifauna prestem maior atenção a coesão estrutural e importância da fundamentação teórica ao avaliarem os impactos.

7. REFERÊNCIAS

Alerstam, T. Bird migration. Cambridge University Press, Cambridge, 422p., 1990.

Amarante, O. A. C et al. Atlas do potencial eólico brasileiro. Brasília, MME; Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2001. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm>. Acessado em: 14 de novembro de 2017.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Capacidade de geração Brasil. Banco de Informação de Geração. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp>. Acessado em 11 de outubro de 2017.

Atienza, J. C. *et al.* Directrices para la evaluación del Impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid, 117p., 2012.

Baram, M. Report on Reports: Risk assessment in the federal Government: managing the process. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, v. 25, n. 7, p. 25–27, 1983.

Barrios, L & Rodríguez, A. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, v. 41, p. 72–81, 2004.

Becker, F, G. *et al.* (Org.) Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. MMA, Brasília, 3886p., 2006.

Bencke, G. A. *et al.* Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: Parte I - Estados do Domínio da Mata Atlântica. SAVE Brasil, São Paulo, 494p., 2006.

Bevanger, K. Bird Interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures. *Ibis*, v. 136, p. 412–425, 1994.

Bevanger, K. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: A review. *Biological Conservation*, v. 86, p. 67–76, 1998.

Birdlife International. Review and guidance on use of “shutdown-on-demand” for wind turbines to conserve migrating soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway. Regional Flyway Facility. Amman, Jordan, 53p., 2015.

Boldrini, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Boletim do Instituto de Biociências, Rio Grande do Sul, ed. 56, 39p., 1997.

Bortoluzzi, L. & Souza, M. V. O dia do Pampa. Biodiversidade Pampeana, n. 5, v. 2, p. 1–2, 2007.

Campedelli, T. *et al.* Raptor displacement due to the construction of a wind farm: preliminary results after the first 2 years since the construction. *Ethology Ecology & Evolution*, v. 26, n. 4, p. 376–391, 2014.

n

Clarke, E. D. *et al.* Vali-dating the use of generalized additive models and at-sea surveys to estimate size and temporal trends of seabird populations. *Journal of Applied Ecology*, v. 40, p. 278–292, 2003.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 462, de 24 de julho de 2014. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de outubro de 2014.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 279 de 27 de junho de 2001. Diário Oficial da União, Brasília, 29 de junho de 2001.

Cone, C. D. Thermal soaring by migrating starlings. *The Auk*, v. 85, p. 19–23, 1968.

Dai, K. *et al.* Environmental issues associated with wind energy: A review. *Renewable Energy*, v. 75, p. 911–921, 2015.

Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, v. 148, n. 1, p. 29–42, 2006.

Drewitt, A. L. & Langston, R. H. W. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1134, p. 233–266, 2008.

Ferraz, G. Twelve guidelines for biological sampling in Environmental Licensing Studies. *Natureza & Conservação*, n. 10, v. 1, p. 20–26, 2012.

Fox, A. D. *et al.* Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds
Ibis, v. 148, p. 129–144, 2006.

Gartman, V. *et al.* Mitigation measures for wildlife in wind energy development, consolidating the state of knowledge Part 1: Planning and siting, construction. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, v. 18, n. 3, 45p., 2016a.

Gartman, V. *et al.* Mitigation measures for wildlife in wind energy development, consolidating the state of knowledge — Part 2: Operation, decommissioning. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, v. 18, n. 3, 31p., 2016b.

Garvin, J. C. *et al.* Response of raptors to a windfarm. *Journal of Applied Ecology*, v. 48, n. 1, p. 199–209, 2011.

Glur, C. AHP: Analytic Hierarchy Process. R package version 0.2.11. 2017. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ahp> Acessado em 5 de outubro de 2017.

Hasenack, H. *et al* (Org.) PROBIO Cobertura vegetal do Bioma Pampa. Relatório Técnico. MMA, Porto Alegre, 2007.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 146 de 10 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, 11 de janeiro de 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm> Acessado em 31 de janeiro de 2017.

Kaldellis, J. K. & Zafirakis, D. The wind energy (R)evolution: A short overview of a long history. *Renewable Energy*, v. 36, n. 7, p. 1887–1901, 2011.

Kuinchtner, A. & Buriol, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. *Disciplinarum Scientia*, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 171–182, 2001.

Langston, R. H. W & Pullan, J. D. Wind farms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Bird Life International to the Council of Europe. Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg, 2003.

Langston, R. H. W. & Pullan, J. D. Effects of wind farms on birds. *Nature and Environment*, Strausberg, n. 139, 91p., 2004.

Larsen, J. K. & Clausen, P. Potential wind park impact on whooper swans in winter: the risk of collision. *Waterbirds Special Publication*, v. 1, n. 25, p. 327–330, 2002.

Leite, P. & Klein, R. M. Vegetação. *Geografia do Brasil: região Sul*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 2, p. 113–150, 1990.

Lima, F. *et al.* Strategic impact management of wind power projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 25, p. 277–290, 2013.

Lucas, M de *et al.* Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biological Conservation*, n. 147, v.1, p. 184–189, 2012.

Masden, E. A. *et al.* Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: developing a conceptual framework. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 30, n. 1, p. 1–7, 2010.

Morinha, F. *et al.* Differential mortality of birds killed at wind farms in northern Portugal. *Bird Study*, v. 61, n. 2, p. 255–259, 2014.

MPF – Ministério Público Federal. Deficiências em estudos de impacto ambiental: síntese de uma experiência. 4ª Câmara de Coordenação e Revisão. ESMPU, Brasília, 48p., 2004.

Newton, I. The migration ecology of birds. Academic Press, London, 984p., 2008.

Nourani, E. & Yamaguchi, N. M. The effects of atmospheric currents on the migratory behavior of soaring birds: A review. *Ornithological Science*, n. 16, v. 1, p. 5–15, 2017.

Oliveira, D. *et al.* (Org). PROBIO Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição

dos benefícios da biodiversidade nos Biomas Brasileiros. MMA/SBF, Brasília, v. 5, 404p, 2002.

Panwar, N. L. *et al.* Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, n. 3, p. 1513–1524, 2011.

Prodanov, C. C. & Freitas, E. C. Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico, ed. 2, Feevale, Rio grande do Sul, 2013.

R Core Team. R: A Language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Disponível em: URL <https://www.R-project.org/> Acessado em 30 de agosto de 2017.

Ramanathan, R. A Note on the use of the Analytic Hierarchy Process for environmental impact assessment. *Journal of Environmental Management*, v. 63, p. 27–35, 2001.

Repenning, M. & Fontana, C. S. A New species of gray seedeater (Emberizidae: Sporophila) from upland grasslands of southern Brazil. *The Auk*, n. 130, v. 4, p. 791–803, 2013.

Rizzini, C. T. Tratado de fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, Sociológicos e Florísticos, ed 2, São Paulo: Ambito Cultural, 747p., 1997.

Saaty, T. L. An Exposition of the AHP in Reply to the paper: Remarks on the Analytic Hierarchy Process. Management Science, v. 36, n. 3, p. 259–268, 1990.

Scherer, M. Análise da qualidade técnica de Estudos de Impacto Ambiental em ambientes de mata atlântica de Santa Catarina: Abordagem faunística. Biotemas, v. 24, n. 4, p. 171–181, 2011.

Serafini, P. P. *et al.* (Org) Plano de Ação Nacional para a conservação dos Passeriformes ameaçados dos Campos Sulinos e Espinilho. ICMBio, Brasília, 212p., 2013.

Spaar, R. Flight Strategies of migrating raptor, a comparative study of interspecific variation in flight characteristics. Ibis, n. 139, p. 523–535, 1997.

Stifetten, Ø. & Dale, S. Viability of an endangered population of ortolan buntings: the effect of a skewed operational sex ratio. Biological Conservation, v. 132, n. 1, p. 88–97, 2006.

Straube, F. C. *et al.* Protocolo mínimo para levantamentos de avifauna em Estudos de Impacto Ambiental. Ornitologia e Conservação. In:

Ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Technical Books, 516p., Rio de Janeiro, 2010.

Tomé, R. F. et al. Radar assisted shutdown on demand ensures zero soaring bird mortality at a wind farm located in a migratory flyway. In: Köppel J and E Schuster (eds.), Conf. on wind energy and wildlife impacts: Book of Abstracts, 66p. Berlin, 2015.

Travassos, P. *et al.* A energia eólica e a conservação da avifauna em Portugal. SPEA, Lisboa, 36p., 2005.

Tucker, V. A. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. J. Solar Energy Engineering, v. 118, p. 253–262, 1996.

WWT – Wildfowl & Wetlands Trust Consulting. Developing guidelines on the use of population viability analysis for investigating bird impacts due to offshore wind farms, 8p., 2012.